

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

Patentschrift
DE 42 33 341 C 2

- 21 Aktenzeichen: P 42 33 341.5-15
22 Anmeldetag: 5. 10. 92
43 Offenlegungstag: 7. 4. 94
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 13. 3. 97

51 Int. Cl.⁸:
A 63 B 71/06
A 63 B 43/00
G 01 S 5/10
G 01 S 1/68
G 01 S 5/14
A 63 F 9/24
G 01 V 8/00
G 01 V 3/12
G 01 B 15/00

DE 42 33 341 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

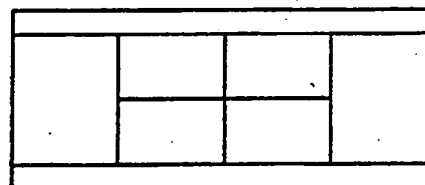
- 73 Patentinhaber:
Staudt, Helmut, 63849 Leidersbach, DE
- 74 Vertreter:
Pöhner, W., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 97070
Würzburg

- 72 Erfinder:
gleich Patentinhaber
- 66 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:
- | | |
|----|--------------|
| DE | 38 35 133 A1 |
| DE | 27 32 543 A1 |
| FR | 26 54 945 |
| US | 51 50 895 |
| EP | 00 95 467 B1 |
| WO | 89 00 086 |
| WO | 87 07 168 |
- DE-Z.: »eurosport«, Dezember 1971, S. 1851;

- 64 Einrichtung zur Erkennung der Position eines Balles
- 67 Einrichtung zur Erkennung der Position eines Balles, vorzugsweise eines Tennisballes, und zur Anzeige des Überschreitens einer vorgegebenen Linie, z. B. des Spielfeldrandes, wobei Empfangs- und Sendeelemente vorgesehen sind, und innerhalb des Balles eine passive, das Signal des Sendeelementes reflektierende Einheit angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Empfangs- und Sendeelemente an verschiedenen Punkten in der Nähe der Linie angeordnet sind und daß die Position des Balles permanent dadurch bestimmt wird, daß eine Differenzbildung der Signale der Empfangselemente erfolgt, wobei die Laufzeitdifferenzen der von den Empfangselementen aufgenommenen Signale ausgewertet werden.

O
E

O
E



□
LK

□
LK

O
E

O
E

DE 42 33 341 C 2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft Einrichtungen zur Erkennung der Position eines Balles, vorzugsweise eines Tennisballes, und zur Anzeige des Überschreitens einer vorgegebenen Linie, z. B. des Spielfeldrandes, wobei Empfangselemente vorgesehen sind, und gegebenenfalls Sendeelemente vorhanden sind und innerhalb des Balles eine passive, das Signal des Sendeelementes reflektierende Einheit angeordnet ist.

Bevorzugte Anwendungsgebiete sind dabei die Bestimmung des aktuellen Ortes von Bällen im Sport, insbesondere beim Tennis oder Fußball. In diesen Sportarten ist es mitunter erforderlich, präzise Positionsfeststellungen des Balles während des Spieles vornehmen zu können. Dabei muß beispielsweise festgestellt werden, ob der Ball eine Tor- oder eine Außenlinie passiert. Wünschenswert wäre es auch, die vollständigen Platzkoordinaten zum Zeitpunkt des Auftretens und gegebenenfalls die gesamte Flugbahn zu ermitteln.

Im Stand der Technik ist es bekannt, die Position des Balles durch Schieds- oder Linienrichter zu bestimmen. Diese Methode ist jedoch ungenau und beinhaltet die Möglichkeit von Fehlentscheidungen. Es sind weiterhin Versuche bekannt, den Ball auf optischem Wege zu orten. Auch derartige Einrichtungen sind ungenau und beinhalten viele Fehlermöglichkeiten. Die bekannten optischen und elektromagnetischen Überwachungseinrichtungen weisen insbesondere den Nachteil auf, daß fehlerhafte Anzeigen auftreten, wenn die Grenzlinie bzw. das zu überwachende Feld nicht nur vom Ball, sondern auch von den Spielern überschritten wird.

Nach der DE-A 27 32 543 ist eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Überwachung einer durch eine Grenzlinie definierten Fläche im Raum bekannt, bei der entlang der Grenzlinie zwei linienförmige, elektromagnetische Wellen ausstrahlende Sendeeinrichtungen vorgesehen sind und entlang der Grenzlinie eine Empfangseinrichtung zum Empfangen der vom Objekt abgestrahlten elektromagnetischen Wellen angeordnet ist. Das zu überwachende Objekt wird dabei mit einer Einrichtung zur Beeinflussung der elektromagnetischen Felder der Sendeeinrichtungen versehen. Dieser Einrichtung haftet der Nachteil an, daß die Signalanzeige nur beim Durchschreiten der Flächen erfolgt.

Aus der WO 89/00066 ist weiterhin ein Ballortungssystem gattungsgemäßer Art bekannt, das vorzugsweise für Tennisbälle eingesetzt wird. Auch dieses System dient der Überwachung des Durchlaufs eines Tennisballes durch eine vorgegebene Linie. Hierbei sind entweder unterhalb oder oberhalb auf dem Boden des Tennisfeldes elektromagnetische Wellen ausstrahlende Sender und/oder Empfänger angebracht, die ein vom Ball reflektiertes Signal auswerten und anhand der Amplituden der empfangenen Signale erkennen, ob der Ball im Feld oder außerhalb aufkam. Der Tennisball muß dabei spezielle magnetische Eigenschaften aufweisen. Allen diesen Einrichtungen haftet der Nachteil an, daß sie nur den Durchgang des Balles durch eine vorgegebene Linie erfassen.

Die US-PS 5 150 895 erfaßt die Position eines Balles mit Hilfe eines Radarsystemes, bei dem ein Signal ausgesendet, von dem entsprechend präparierten Ball reflektiert und von der Sendestation wieder empfangen wird. Die Laufzeit des Impulses aber auch die beiden Raumwinkel, aus denen das Signal zum Empfänger zurückkehrt sind hierbei zu erfassen. Letzteres bedeutet einen erheblichen baulichen Aufwand.

Die DE 38 35 133 A1 und ähnlich auch die FR 26 54 945 A1 bestimmen die Position eines auf den Boden auftreffenden Balles anhand der hierbei ausgelösten und zur Positionsmessung genutzten Schallwellen. Das Überschreiten der Auslinie ohne Bodenkontakt, würde deshalb fälschlicherweise nicht zur Fehleranzeige führen. Vorgeschlagene Lösungen müssen deshalb unbefriedigend bleiben.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zu schaffen, mit der eine präzise Positionsbestimmung des Balles während des Spieles vorgenommen werden kann.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß mindestens zwei Empfangs- und Sendeelemente an verschiedenen Punkten in der Nähe der Linie angeordnet sind und daß die Position des Balles permanent dadurch bestimmt wird, daß eine Differenzbildung der Signale der Empfangselemente erfolgt, wobei die Laufzeitdifferenzen der von den Empfangselementen aufgenommenen Signale ausgewertet werden.

Alternativ zur Lehre des Anspruchs 1 wird bei einer Einrichtung zur Erkennung der Position eines Balles, vorzugsweise eines Tennisballes, und zur Anzeige des Überschreitens einer vorgegebenen Linie, z. B. des Spielfeldrandes, wobei Empfangselemente vorgesehen sind, vorgeschlagen, daß im Ball eine aktive Sendeeinheit angeordnet ist, daß mindestens zwei Empfangselemente an verschiedenen Punkten in der Nähe der Linie angeordnet sind und daß die Position des Balles permanent dadurch bestimmt wird, daß eine Differenzbildung der Signale der Empfangselemente erfolgt, wobei die Laufzeitdifferenzen der von den Empfangselementen aufgenommenen Signale ausgewertet werden.

Der erfindungsgemäße Gedanke kann sowohl die Überwachung des Überschreitens einer Linie, als auch eine genaue Ortung des Auftreffpunktes des Balles in wenigstens zwei Koordinaten ermöglichen.

Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung gegenüber den im Stand der Technik bekannten Einrichtungen liegt darin, daß über Sende- und Meßeinheiten, die tatsächliche Position des Balles mit hoher Präzision ermittelt werden kann.

Dabei bestehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten: In einem ersten Fall befinden sich im Inneren des Balles Einheiten, die von fest positionierten Sendeelementen ausgestrahlte Impulse reflektieren und so eine Ortung des Balles ermöglichen. Der Vorteil dieser Form besteht darin, daß eine gesonderte Energieversorgung im Inneren des Balles entfällt. Durch die Anordnung mehrerer Sende- bzw. Empfangselemente kann durch eine Differenzmessung die Positionsermittlung erfolgen. Weiterhin ist es möglich, durch eine weitere vorteilhafte Ausführung der Erfindung zum Zeitpunkt des Auftreffens ein Signal auszusenden mit dem Zusatzeinrichtungen, beispielsweise Linienkameras oder Lichtschranken ausgelöst werden und die exakten Platzkoordinaten oder den gesamten Zeitpunkt des Auftreffens ermitteln und dokumentieren.

Im zweiten Fall ist im Innern des Balles eine aktive Sendeeinheit untergebracht, die zur Ortung genutzt wird.

Bevorzugt ist, die Sendeeinheit aus den Elementen Sender, Mikroprozessor und einem Energieversorgungsteil aufzubauen. Es handelt sich hier um preisgünstig auf dem Markt zur Verfügung stehende Realisierungen von Sendeeinheiten.

Die reflektierende Einheit oder die Sendeeinheit können innerhalb des Balles als netzförmige Anordnung

zwischen Gummikörper und Filz oder als elastische Aufhängung im Inneren des Balles realisiert sein.

Zur Identifizierung des Balles ist in einer Weiterbildung als bevorzugt erkannt, jedem Ball einen speziellen Erkennungscode zuzuordnen und zur Identifizierung auszusenden.

Im Falle der Verwendung einer aktiven und im Ball enthaltenen Sendeeinheit können vorteilhafterweise zusätzlich Informationen ausgestrahlt werden, die Angaben über Beschleunigung, Umdrehung, Innendruck, Art und Zeitdauer der Verformung des Balles gestatten. Zu diesem Zweck oder unabhängig davon können deshalb im Ball mehrere Sendeeinheiten untergebracht sein.

Unter Nutzung des Doppler-Effektes kann die Geschwindigkeit des Balles wie dessen Flugrichtung ermittelt und angegeben werden. Somit lassen sich auch auf diesem Wege zusätzliche Informationen gewinnen.

Die Erfindung soll im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden.

In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine schematische Anordnung der Empfangs- bzw. Sendeeinrichtungen am Beispiel eines Tennisplatzes,

Fig. 2 einen Schnitt durch einen Tennisball, der mit einer erfindungsgemäßen Einrichtung ausgerüstet ist.

Fig. 1 zeigt eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Einrichtung auf einem Tennisfeld. Hierbei sind außerhalb des Spielfeldes an vier Stellen Empfänger E und zusätzlich an zwei Stellen Linienkameras LK angeordnet, die die Position des Tennisballs bei Überschreitung der betreffenden Linien ermitteln und signalisieren.

Fig. 2 zeigt im Ball eine kleine Energieeinheit EV, eine Detektor- bzw. Sendeeinheit D sowie einen Mikroprozessor M. Diese Elemente sind innerhalb des Balles zwischen Gummikörper G und Filz F angebracht. Über das Sendernetz des Balles werden Signale gesendet, die von den außerhalb des Tennisfeldes stationierten Empfängern E empfangen werden. Die Auswertung dieser Signale ermöglicht dann Aussagen über die Position des Tennisballes. Dabei ist es möglich, daß die Signale kontinuierlich oder impulsartig gesendet werden oder daß das Auftreffen des Balles das Aussenden eines Signales auslöst.

Das Beispiel sieht vor, daß die Detektor/Sendeeinheit D in Form eines Netzes ausgebildet ist, wie das in Fig. 2 dargestellt ist. Über das Empfängernetz kann der Mikroprozessor M mögliche Signalkontakte feststellen und auswerten und dann über das gleiche Netz wiederum ein entsprechendes Signal aussenden. Bei der Verwendung ununterbrochener Signale ist es möglich, auf den Mikroprozessor M zu verzichten. Die Verwendung des Mikroprozessors M gestattet eine energetisch günstigere Auslegung der erfindungsgemäßen Anordnung bei höherer Meßgenauigkeit. Alle Bestandteile sind so ausgelegt, daß sie die physikalischen Eigenschaften eines Balles nicht bzw. nicht merkbar beeinflussen. Mit einer Anordnung mindestens zweier Empfänger E kann durch Ermittlung der Laufzeitdifferenzen eine genaue Ortung erreicht werden. Ortsungenauigkeiten von wenigen Millimetern Differenz sind damit erreichbar. Die ununterbrochene Aussendung von Signalen ermöglicht andererseits eine exakte Berechnung der Flugbahn.

An den in Fig. 1 dargestellten Empfängern E ist es auch möglich, reflektierende Einheiten anzubringen. In diesem Fall ist der zu verfolgende Tennisball lediglich mit einer reflektierenden Einheit ausgerüstet. Besonders vorteilhaft ist dabei, daß weitere Elemente, wie

Mikroprozessoren und insbesondere die zeitlich begrenzt wirksame Energieeinheit, hierbei nicht erforderlich sind.

Der besondere Vorteil der Erfindung besteht darin, daß der Ball selbst zur Ortung verwendet wird, indem in seinem Inneren aktive oder passive Bauteile angebracht sind. Dabei ist es einerseits möglich, daß Informationen des Detektor- bzw. Sendernetzes, die beim Auftreffen des Balles auftreten, ein Signal erzeugen und somit durch Senden eines Zusatzsignals eine genaue Ermittlung der Ortskoordinaten für diesen Punkt ermöglichen. Andererseits kann auch sowohl im verformten als auch im unverformten Zustand des Objektes das Sendernetz ständig oder impulsförmig Signale aussenden bzw. reflektieren, die zur Lagebestimmung verwendet werden.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Erkennung der Position eines Balles, vorzugsweise eines Tennisballes, und zur Anzeige des Überschreitens einer vorgegebenen Linie, z. B. des Spielfeldrandes, wobei Empfangs- und Sendeelemente vorgesehen sind, und innerhalb des Balles eine passive, das Signal des Sendeelementes reflektierende Einheit angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Empfangs- und Sendeelemente an verschiedenen Punkten in der Nähe der Linie angeordnet sind und daß die Position des Balles permanent dadurch bestimmt wird, daß eine Differenzbildung der Signale der Empfangselemente erfolgt, wobei die Laufzeitdifferenzen der von den Empfangselementen aufgenommenen Signale ausgewertet werden.
2. Einrichtung zur Erkennung der Position eines Balles, vorzugsweise eines Tennisballes, und zur Anzeige des Überschreitens einer vorgegebenen Linie, z. B. des Spielfeldrandes, wobei Empfangselemente vorgesehen sind, dadurch gekennzeichnet, daß im Ball eine aktive Sendeeinheit angeordnet ist, daß mindestens zwei Empfangselemente an verschiedenen Punkten in der Nähe der Linie angeordnet sind und daß die Position des Balles permanent dadurch bestimmt wird, daß eine Differenzbildung der Signale der Empfangselemente erfolgt, wobei die Laufzeitdifferenzen der von den Empfangselementen aufgenommenen Signale ausgewertet werden.
3. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Sendeeinheit aus einem Sender, einem Mikroprozessor (M), und einem Energieversorgungsteil (EV) besteht.
4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Sendeeinheit elastisch im Inneren des Balles befestigt ist.
5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß an definierten Punkten innerhalb oder außerhalb des Spielfeldes zusätzlich optische Einrichtungen, vorzugsweise Linienkameras (LK) oder Lichtschranken angebracht sind, die beim Passieren der zu überwachenden Linie durch den Ball ausgelöst werden.
6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die im Ball angebrachte Sendeeinheit für jeden Ball einen speziellen Erkennungscode aussendet.
7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die im Ball enthaltene Sendeeinheit zusätzliche Informationen ausstrahlt,

die Aussagen über Beschleunigung, Umdrehung, Innendruck, Art und Zeitdauer der Verformung ermöglichen.

8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß sich im Ball mehrere Sendeeinheiten befinden.

9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß durch Messung des Doppler-Effektes die Geschwindigkeiten des Balles relativ zu den Empfangsstationen ermittelt werden.

10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die reflektierende Einheit oder die Sendeeinheit innerhalb des Balles netzförmig zwischen Gummikörper und Filz angebracht ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

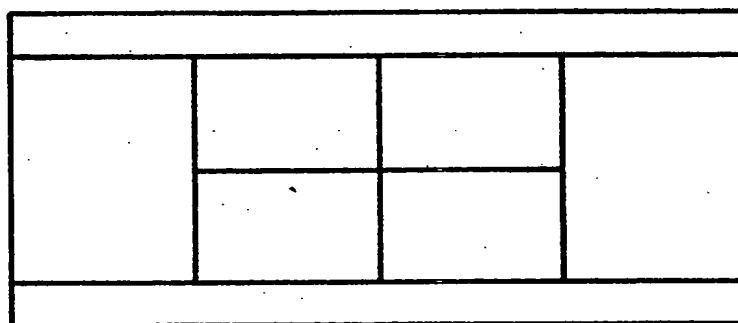
65

- Leerseite -

○
E

Fig. 1

○
E



○
E

□
LK

□
LK

○
E

Fig. 2

